



TITLE:

1. 平均場描像によるスピングラス  
のリエントラント転移(レビュー  
) (スピングラス(リエントラント転  
移を中心として), 研究会報告)

AUTHOR(S):

高山, 一

---

CITATION:

高山, 一. 1. 平均場描像によるスピングラスのリエントラント転移(レビュー)(スピングラス(リエントラント転移を中心として), 研究会報告). 物性研究 1987, 48(1): 3-5

ISSUE DATE:

1987-04-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/92482>

RIGHT:

リエントラントスピングラスにおける磁場誘起変調構造

21. 原田仁平(名大工)  
AuMn系磁性合金の構造について
22. 安達健五(名大理)  
Atomic Short Range Orderを持つ不規則合金のスピングラス
23. 谷口年史, 都福仁(北大理)  
スピングラスの相転移における磁場効果
24. 白倉孝行, 鍛冶谷宏, 猪苗代盛(東北大工)  
交流磁場中の相転移について
25. 根本幸児(北大理)  
スピングラスの平均場理論と Ultrametricity
26. 篠本滋(京大理)  
神経回路網とスピングラス
27. 鈴木増雄(東大理)  
スピングラスとCAM理論
28. 笠井康弘, 興地斐男(阪大工)  
スピングラス秩序を表現する浸透理論
29. 山本哲也, 石井廣湖(大阪市大理)  
レプリカ法によるSKモデルの横磁場効果
30. 松元和幸(日歯大新潟歯), 阿久津泰弘(神奈川大工)  
McCoy-Wu型ランダムイジング模型

## 1. 平均場描像によるスピングラスの リエントラント転移(レビュー)

京大基研 高山 一

$m$ -ベクトルスピングラス(SG)に対する平均場理論からは, 図 1, 2 に示される相図が導出される。交換相互作用  $J_{ij}$  の平均値  $J_0$  が零である SG を有限磁場中で冷却して行くと Para-

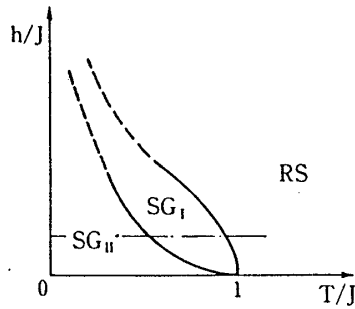


図1.  $m$ -ベクトルSGの  $h$ - $T$  相図。  
RSはレプリカ対称相の意味で  
ここではPara相。

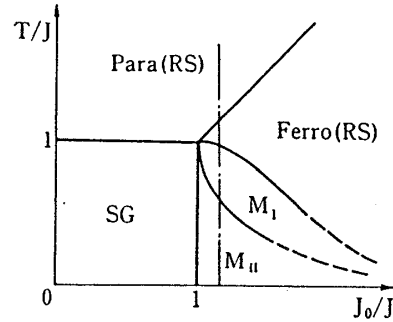


図2.  $T$ - $J_0$ 相図。

$SG_I$ - $SG_{II}$ の逐次相転移が起り(図1鎖線),  $J_0 > J$ のSGを零磁場中で冷却して行くと Para-Ferro- $M_I$ - $M_{II}$ の逐次(リエントラント)相転移が起る(図2鎖線)。Para $\rightarrow$ SG $_I$ (Ferro $\rightarrow$  $M_I$ )の転移では一様誘起(自発)磁化と垂直なスピン成分  $S_{\perp}$ のランダムな凍結が起り, 一般にGT転移と呼ばれる。この転移においてもレプリカ対称性の破れが生じているが, より強いレプリカ対称性の破れが発現し, そのことで規定される相転移が  $SG_I \rightarrow SG_{II}$  ( $M_I \rightarrow M_{II}$ )の転移であり, 一般にAT転移と呼ばれる。イジング( $m=1$ )SGではAT転移のみが存在する。

$q_{\perp} \equiv \langle \langle S_{\perp} \rangle_{\perp}^2 \rangle_{\text{sample}}$  が出現するGT転移ではそれまでに存在していた一様磁化成分は壊わされない。各サイトの磁化, 従って有効内部磁場の大きさはむしろ新たなオーダーの分だけ増大するものと考えられる。そのような証拠が例えば AuFe 合金SGにおいてメスバウアー効果の実験から得られている<sup>1)</sup>。リエントラント転移の低温相で一様磁化が消滅するか否かはまず第一のチェックポイントである。

現実のランダム磁性体においては,  $J_{ij}$ の分布が理論で仮定するような不規則性を満していない場合が多く, 例えば何らかの準巨視的な不規則性(ドメイン的な構造)もあり得る。各ドメインでは上述のGT描像が当てはまるものの, ドメインの不揃いによる巨視的な一様磁化の消滅が起っているかも知れない。あるいは, もっと微視的なスケールで一様磁化の消滅が起る(GT描像の否定)かも知れない。リエントラント相における磁化構造の詳細が知りたいところである。この類いの議論に関連して, SKモデルは'均一モデル'ではないことを付言しておきたい。SKモデルは無限レンジの  $J_{ij}$ を仮定するものの, 各々のサンプルにおける磁化(内部磁場)分布は極めて不均一である。レプリカ法で議論される磁化は均一だが, それは既にサンプルについての平均操作をとってあるためで, この操作をしてしまえば, どんなモデルも'均一モデル'になる。

AT転移はレプリカ対称性の破れで規定されるが, 物理的には実磁化空間における自由エネ

ルギーに multi-valley 構造が出現することに対応する。平均場理論では各 valley は無限の高さの障壁で互いに他と隔てられているが、現実の SG ではこの障壁の高さが有限となり、それを越えての非常にゆっくりとした緩和過程が起るとするのが easy-minded な解釈の一つである。これに対して、現実の SG においては AT 線は真の熱力学的相転移ではないとする見方が現在圧倒的である。しかし、熱残留磁気効果や磁性応答における顕著な不可逆性などの出現する磁場、温度が定性的に AT 線に対応している事実は興味深い(前述の AuFe 合金 SG では強い磁気トルクの出現が  $M_I \rightarrow M_{II}$  転移に対応している<sup>1)</sup>)。SG 相の本質を知るためにはこのような長緩和、履歴現象の解明が不可欠であり、その意味で AT 転移の問題が重要であると考えられる。

1) 石川義和; 固体物理 20(1985)229.

元屋清一郎, S. M. Shapiro, 日本物理学会誌 40 (1985)420.

## 2. リエントラント現象の 2, 3 の例とそのメカニズム

東大・理 宮 下 精 二

最近スピングラスその他の系でリエントラント現象が見つかっている。この現象は一見、秩序化の程度が温度の非単調な関数のように見えていへん興味深いものである。今回の報告ではリエントラント現象を示す 2, 3 の例を挙げそのミクロなメカニズムを考察する。

秩序化の程度を示すものとして普通我々が目安にするものに相関関数がある。簡単のためイジング模型で考えることにするとこれは

$$\begin{aligned} \langle \sigma_0 \sigma_1 \rangle &= \text{Tr} \sigma_0 \sigma_1 e^{-\beta \mathcal{H}} / \text{Tr} e^{-\beta \mathcal{H}} \\ &= \frac{(n_0^+ - n_0^-) e^{-\beta E_0} + (n_1^+ - n_1^-) e^{-\beta E_1} + \dots}{(n_0^+ + n_0^-) e^{-\beta E_0} + (n_1^+ + n_1^-) e^{-\beta E_1} + \dots}, \end{aligned}$$

ここで  $E_i$  は  $i$  番目のエネルギーレベルであり、 $n_i^+$  と  $n_i^-$  はそのエネルギーを持つ状態のうち  $\sigma_0$  ・  $\sigma_1$  がそれぞれ +1 と -1 であるものの数である。普通のフラストレーションのない系では  $n_0^+$